

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

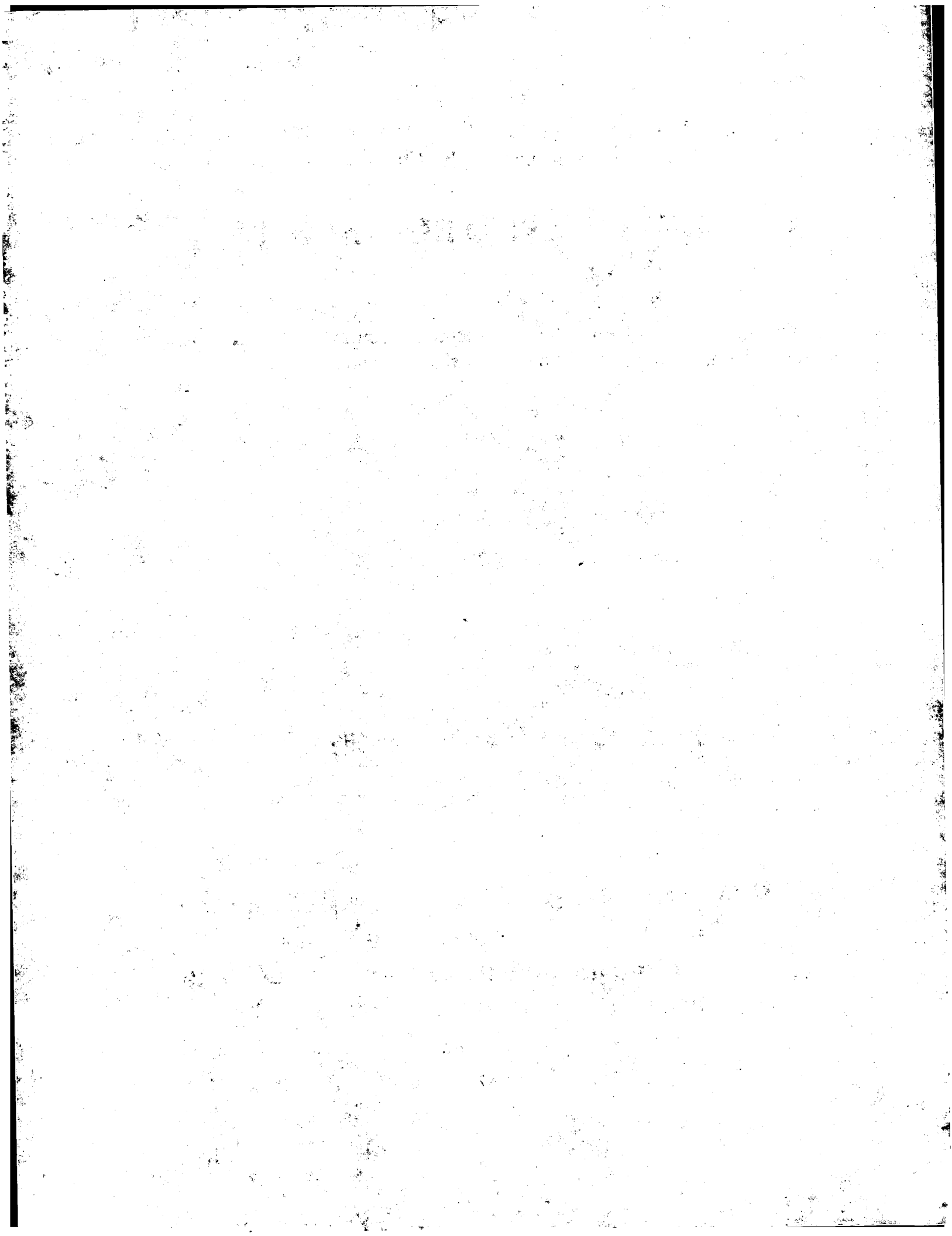
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



01P12-253



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Gebrauchsmusterschrift**  
⑩ **DE 200 04 437 U 1**

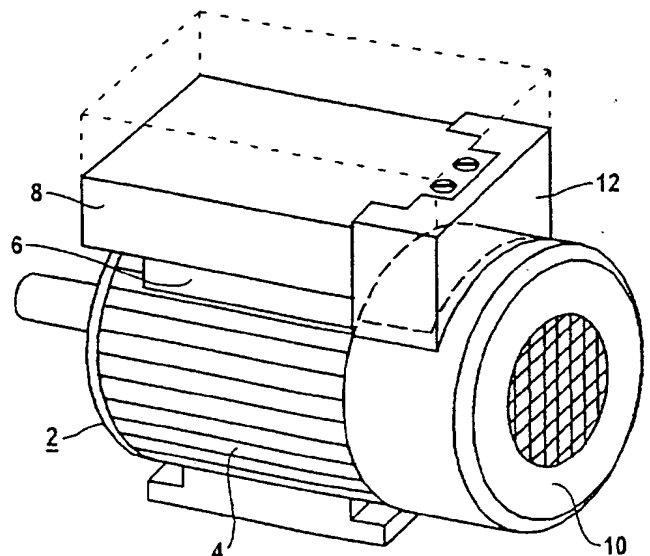
⑤ Int. Cl. 7: **H 02 K 11/00**  
H 02 P 7/632  
H 02 H 7/10  
H 02 M 5/02

②1 Aktenzeichen: 200 04 437.0  
②2 Anmeldetag: 9. 3. 2000  
④7 Eintragungstag: 21. 6. 2000  
④3 Bekanntmachung  
im Patentblatt: 27. 7. 2000

⑦3 Inhaber:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑤4 Rückspeisefähiger Umrichtertermotor

⑤7 Rückspeisefähiger Umrichtertermotor, bestehend aus einem Motor (2) und einem Umrichter (8), die eine bauliche Einheit bilden, wobei der Umrichter (8) ein selbstgeführter Direktumrichter ist.



DE 200 04 437 U 1

DE 200 04 437 U 1

## Beschreibung

## Rückspeisefähiger Umrichtermotor

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf einen rückspeisefähigen Umrichtermotor, bestehend aus einem Motor und einem Umrichter

Seit einigen Jahren sind drehzahlveränderbare Antriebe in der Kompaktform als integrierter Umrichtermotor, bei dem Umrichter und Motor eine bauliche Einheit bilden, auf dem Markt.  
10 Diese platzsparende Lösung vermeidet lange Motorleitungen mit pulsfrequenten Leistungssignalen.

Als Motor wird ein Normasynchronmotor und als Umrichter ein Frequenzumrichter mit Spannungszwischenkreis und Diodeneinspeisung verwendet. Der Spannungszwischenkreis-Umrichter benötigt zur kapazitiven Glättung der Zwischenkreisspannung einen relativ groß dimensionierten Kondensator, der sich in heutiger Technik nur mit Elektrolytkondensatoren realisieren lässt. Dadurch weist dieses Konzept folgende Nachteile auf:  
15 20

- begrenzte Lebensdauer der Elektrolytkondensatoren,
- die Elektrolytkondensatoren bedingen ein großes Volumen des Umrichters,
- 25 - keine Rückspeisung möglich,
- generatorisches Bremsen nur mit einer Widerstands-Chopper-Bremseinheit möglich, wodurch sich das Bauvolumen des Umrichtermotors vergrößert.

30 Durch die Zusammenbindung von zwei Verlustleistungsquellen zu einer mechanischen Einheit erhöht sich die Verlustleistungsdichte und daher die Temperatur der Einheit. Allerdings dominieren in der Regel die Motorverluste. Durch die Erhöhung der Temperatur der Einheit, werden höhere Anforderungen an die Bauelemente gestellt. Da der nasse Elektrolyt des Kondensators des Spannungszwischenkreis-Umrichters bei erhöhter Temperatur in einer beschleunigten Weise altert, verbietet sich  
35

ein Betrieb ab einer Umgebungstemperatur von etwa 80 °C, da selbst bei hochwertigen Elektrolytkondensatoren die Brauchbarkeitsdauer nicht den gestellten Anforderungen genügt.

- 5 Bei neueren Umrichtermotoren werden die üblichen, großen Elektrolytkondensatoren durch kostengünstige Wechselstrom-Kondensatoren ersetzt und gleichzeitig die Zwischenkreiskapazität des Spannungszwischenkreis-Umrichters verringert. Diese Kondensatoren sind auch weniger temperaturempfindlich. Diese
- 10 Reduzierung der Zwischenkreis-Kapazität führt jedoch zu einer geringeren mittleren Zwischenkreisspannung, was wiederum die maximale Motor-Ausgangsspannung verringert, so dass der Feldschwäcbereich dieses Umrichtermotors früher beginnt.
- 15 Ohne Elektrolytkondensatoren kann auch im generatorischen Betrieb (Bremsbetrieb) keine nennenswerte Energie im Zwischenkreis gepuffert werden. Da deren Kapazität zu gering ist, steigt die Zwischenkreisspannung zu rasch an, so dass ein Überspannungsschutz anspricht. Diese Umrichtermotoren sind
- 20 daher überwiegend für motorischen Betrieb geeignet, beispielsweise Pumpenantrieb. Deshalb muss, wo ein generatorischer Bremsvorgang nötig ist, eine Widerstands-Chopper-Brems-einheit vorgesehen sein. Diese Einheit wird beispielsweise auf den Umrichter montiert, wodurch mehr Platz beansprucht
- 25 wird. Dies widerspricht dem Konzept eines kompakten Antriebs.

Damit man einen kompakten Antrieb erhält, muss beim Umrichtermotor der Umrichter extrem raumsparend aufgebaut werden.

- 30 Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, den bekannten Umrichtermotor so weiterzubilden, dass ein kompakter Antrieb entsteht.

- Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass als
- 35 Umrichter ein selbstgeführter Direktumrichter verwendet wird.

Durch den Einsatz eines selbstgeführten Direktumrichters, der auch als Matrixumrichter bezeichnet wird, verringert sich das Bauvolumen des Umrichters so sehr, dass dieser in einem vergrößerten Klemmenkasten des Motors integriert werden kann.

5 Der Matrixumrichter ist ein Frequenzumrichter ohne Zwischenkreis. Durch die Anordnung der leistungselektronischen Schalter in einer 3x3-Schaltermatrix werden die Eingangsphasen mit den Ausgangsphasen verbunden. Der selbstgeführte Direktumrichter bietet den Vorteil, dass er bedingt durch die Topologie rückspeisefähig ist und abhängig von einer Steuerung nahezu sinusförmige Netzstromaufnahme erreicht. Elektrolytkondensatoren mit den eingangs erwähnten Problemen hinsichtlich der Brauchbarkeitsdauer finden im Leistungsteil des selbstgeführten Direktumrichters keine Anwendung.

15

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform des Umrichtermotors ist als Umrichter ein selbstgeführter Direktumrichter vorgesehen, der als Überspannungs-Schutzvorrichtung netz- und lastseitig dreiecksverschalteten Varistoren aufweist. Somit ist ein robuster Matrixumrichter in einem vergrößerten Klemmenkasten des Motors untergebracht, wobei selbst bei NOT-AUS eine auftretende Überspannung nicht zu einer Zerstörung der leistungselektronischen Schalter führt.

25 In den Unteransprüchen 4 bis 7 werden Möglichkeiten einer Platzierung des selbstgeführten Direktumrichters am Motor beansprucht.

30 Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnung Bezug genommen, in der mehrere Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Umrichtermotors schematisch veranschaulicht sind.

FIG 1 zeigt einen bekannten Umrichtermotor in perspektivischer Darstellung, die  
35 FIG 2 zeigt ein elektrisches Ersatzschaltbild eines selbstgeführten Direktumrichters, in der

FIG 3 ist ein elektrisches Ersatzschaltbild einer vor-  
teilhaften Ausführungsform eines Umrichtermotors  
nach der Erfindung dargestellt und die

FIG 4 bis 9 zeigen verschiedene Variationen für die Platzie-  
5 rung des Umrichters am Motor.

Ein bekannter Umrichtermotor gemäß FIG 1 ist aus der  
DE 196 18 996 A1 bekannt. Mit 2 ist eine elektrische Maschine  
bezeichnet, bei der auf der Oberseite ihres Maschinengehäuses  
10 4 ein Klemmenkasten 6 angeordnet ist. Mit diesem Klemmenkas-  
ten 6 ist ein Umrichter 8, insbesondere ein Spannungszwi-  
schenkreis-Umrichter, zur Drehzahlsteuerung der Maschine 2  
verbunden. Dieser Umrichtertyp wird im Handel auch als Fre-  
quenzumrichter bezeichnet. Auf der der Antriebsseite der Ma-  
15 schine 2 abgekehrten Stirnseite ist ein von einer Lüfterhaube  
10 umgebener Maschinenlüfter auf der Maschinenwelle angeord-  
net. An der Lüfterhaube 10 ist eine nach radial außen weisen-  
de Ausbuchtung 12 angeformt, die in ihrer radialen Höhe und  
in ihrer umfangsmäßigen Erstreckung der Höhe und Breite des  
20 Umrichter 8 angepasst ist. Mittels dieser Ausbuchtung wird  
ein Teil des Kühlluftstromes zum Umrichter 8 geleitet. Da-  
durch wird eine verbesserte Kühlung der Leistungselektronik  
des Umrichter 8 erreicht. Die elektrische Maschine 2 ist ein  
Normasynchronmotor, insbesondere ein Drehstrom-Niederspan-  
25 nungsmotor.

Als Umrichter 8 ist ein Spannungszwischenkreis-Umrichter mit  
pulsweitenmodulierten Ausgängen vorgesehen. Dieser Spannungs-  
zwischenkreis-Umrichter weist gemäß dem Blockschaltbild der  
30 Abbildung 15 des Siemens-Kataloges DA 64, 1998/99, mit dem  
Titel "MICROMASTER, MICROMASTER Vector, MIDIMASTER Vector,  
COMBIMASTER", eine 3-Phasen-Diodenbrücke mit als Zubehör er-  
hältlichen Netzfilter, hochtemperaturbeständige Zwischen-  
kreiskondensatoren und einen Pulswechselrichter mit Insula-  
35 ted-Gate-Bipolar-Transistoren (IGBT) auf. Als Regel- und  
Steuereinrichtung ist ein Mikroprozessor vorgesehen.

In dieser FIG 1 ist mittels unterbrochener Linien der Montageplatz einer Pulswiderstandsbremse angedeutet. Diese Pulswiderstandsbremse wird benötigt, sobald der Motor 2 generatorisch gebremst wird. Durch das generatorische Bremsen erfolgt eine Motorrückspeisung, die zu einem Spannungsanstieg im Gleichspannungs-Zwischenkreis führt. Sobald ein vorbestimmter Schwellwert erreicht wird, schaltet die Elektronik der Pulswiderstandsbremse den Bremswiderstand parallel zum Zwischenkreiskondensator. Die Rückspeiseenergie breitet sich als Wärme im Widerstand aus, wodurch so eine Überspannungsauslösung verhindert wird. Während der Widerstand eingeschaltet ist, steigt seine Temperatur an. Wird eine vorbestimmte Schwelltemperatur erreicht, begrenzt die Elektronik die Leistung im Widerstand auf einen vorbestimmten Wert der Spitzenleistung. Steigt seine Temperatur weiter an, so wird der Widerstand komplett ausgeschaltet. Ein Bild einer derartigen Pulswiderstandsbremse ist in der Abbildung 8.8.3 des genannten Kataloges dargestellt. Außerdem wird in der Abbildung 6 dieses Kataloges die Bemaßungen des Umrichters, des Umrichters mit einer mechanischen Bremssteuerung und/oder mit einer Widerstandsbremseinheit angegeben, aus denen zu entnehmen ist, wie sich die Bauhöhe des Umrichters 8 und damit des Umrichtermotors ändert.

Die FIG 2 zeigt ein elektrisches Ersatzschaltbild eines selbstgeführten Direktumrichters. Dieser selbstgeführte Direktumrichter ist ein Frequenzumrichter ohne Zwischenkreis. Durch die Anordnung der leistungselektronischen Schalter 14 in einer 3x3-Schaltermatrix werden die drei Eingangsphasen R, S und T mit den drei Ausgangsphasen U, V und W verbunden. Dieser selbstgeführte Direktumrichter bietet den Vorteil, dass er bedingt durch die Topologie rückspeisefähig ist und durch eine entsprechend ausgeprägte Steuerung sinusförmige Netzströme erreicht. Als bidirektionaler Schalter 14 der Schaltermatrix kann einerseits ein in einer Diodenbrücke 16 integrierter Halbleiterschalter 18 und andererseits zwei antiseriell geschaltete Halbleiterschalter 20 und 22 verwendet



- werden. Die beiden antiseriell geschalteten Halbleiterschalter 20, 22 eines bidirektionalen Leistungsschalters 14 der Schaltermatrix sind entweder in der Topologie "Common Emitter Mode" oder "Common Collector Mode" ausgeführt. Als Halbleiterschalter 18 bzw. 20, 22 wird vorzugsweise ein IGBT verwendet. Durch die Ansteuerung der Halbleiterschalter 18 bzw. 20, 22 der Leistungsschalter 14 der Schaltermatrix wird jeweils ein Strompfad in einer durch die Anordnung der Halbleiterschalter 18 bzw. 20, 22 bestimmten Richtung durchgeschaltet.
- 10 Eine Phase des Matrixumrichters ist eine Anordnung von drei bidirektionalen Leistungsschalter 14, die eine Verbindung von drei Netzphasen R, S und T zu jeweils einer der Ausgangsphasen U, V und W herstellen.
- 15 Da der Matrixumrichter keine Freilaufkreise besitzt, wie ein Spannungszwischenkreis-Umrichter, treten insbesondere im Falle einer aufgrund eines NOT-AUS generierten Impulssperre (Abschalten der Ansteuerimpulse aller Halbleiterschalter 18 bzw. 20, 22 der Leistungsschalter 14) aufgrund der im Stromkreis
- 20 vorhandenen Induktivitäten hohe Sperrspannungen an den Halbleiterschaltern 18 bzw. 20, 22 auf. Diese Überspannungen können auch infolge einer falsch eingeleiteten Kommutierungssequenz oder durch Ausfall der Ansteuerung von bidirektionalen Leistungsschaltern 14 auftreten. In diesen genannten Fällen
- 25 wird jedes Mal der Ausgangsstromkreis unterbrochen. Die Unterbrechung des Ausgangsstromkreises in Verbindung mit den im Stromkreis vorhandenen Induktivitäten verursacht die Überspannung, die die Zerstörung der Halbleiterschalter 18 bzw. 20, 22 zur Folge haben können.
- 30 Aus der Literatur bezüglich Matrixumrichter sind einige Maßnahmen gegen das erwähnte Problem bekannt, die mehr oder weniger Platz beanspruchen. Aus Sicht eines möglich geringen Platzbedarfes für den Umrichter 8 beim Umrichtermotor kommen
- 35 nur Überspannungsschutzvorrichtungen zum Einsatz, die den gewonnen Raum durch den Ersatz des Spannungszwischenkreis-Um-

richters durch einen selbstgeführten Direktumrichter nicht wieder verbrauchen.

Diesem Ersatzschaltbild gemäß FIG 2 ist ebenfalls zu entnehmen, dass ein selbstgeführter Direktumrichter netzseitig mit einem LC-Filter 24 verknüpft ist. Dieses LC-Filter 24 sorgt dafür, dass durch Schalthandlungen bedingte Spannungsspitzen an den Leistungsschaltern 14 begrenzt bleiben. Zusätzlich werden dadurch definierte Netzverhältnisse erreicht und der gepulste Eingangsstrom des Matrixumrichters wird geglättet.

Dieses LC-Filter 24 weist Kommutierungskondensatoren 26 und Induktivitäten 28 auf. Die Kommutierungskondensatoren 26 sind zwischen den Eingangsphasen R, S und T verschaltet. Diese Kondensatoren 26 können auch als Stern verschaltet sein. Zwischen diesen Kondensatoren 26 und den netzseitigen Anschlüssen sind die Induktivitäten 28 in den Leitungen geschaltet. Dadurch werden die Ladeströme für die Kommutierungskondensatoren 26 geglättet. Als Kondensatoren 26 werden Folienkondensatoren verwendet, die eine wesentlich größere Lebensdauer als Elektrolytkondensatoren aufweisen. Erst dadurch lässt sich die gewünschte hohe Brauchbarkeitsdauer erreichen. Da diese Kondensatoren 26 sehr niedrige Kapazitätswerte aufweisen, beanspruchen diese Kondensatoren 26 kaum Platz, so dass der selbstgeführte Direktumrichter sehr kompakt wird.

In der FIG 3 ist eine vorteilhafte Ausführungsform des selbstgeführten Direktumrichters nach FIG 2 dargestellt. Diese vorteilhafte Ausführungsform unterscheidet sich von der Ausführungsform gemäß FIG 2 dadurch, dass dreiecksverschaltete Varistoren 30 und 32 als eine Überspannungs-Schutzvorrichtung 34 vorgesehen ist. Bei diesen Varistoren 30 und 32 handelt es sich um handelsübliche. Jeder Varistor 30 bzw. 32 ist jeweils elektrisch parallel zu zwei bidirektionalen Leistungsschaltern 14 des Matrixumrichters geschaltet. Im Fehlerfall "NOT-AUS", bei dem alle Halbleiterschalter 18 bzw. 20, 22 der bidirektionalen Leistungsschalter 14 des Matrixumrich-

ters gesperrt sind, wird mittels der Varistoren 30 und 32 jeweils ein Strompfad angeboten, um die geringe rückgespeiste Energiemenge der Asynchronmaschine 2 des Umrichter-motors zu vernichten. Dadurch kann keine Überspannung an den Halbleiterschaltern 18 bzw. 20, 22 der bidirektionalen Leistungsschalter 14 des selbstgeführten Direktumrichters mehr auftreten.

Somit erhält man einen sehr kompakten Umrichter 8, der beispielsweise nun in einem gering vergrößerten Klemmenkasten 6 der elektrischen Maschine 2 integriert werden kann.

Dieser kompakte Umrichter 8 kann gemäß FIG 4 auch in einem Gehäuse integriert werden, das an einer Stirnseite der Maschine 2 angebracht ist. Dieses Gehäuse ist derart gestaltet, dass dessen Querschnittsfläche gleich der Querschnittsfläche der Maschine 2 ist. Der kompakte Umrichter 8 kann gemäß der FIG 5 und 6 auch in einem Gehäuse untergebracht werden, das um einen Teil der Oberfläche des Maschinengehäuses 4 der Maschine 2 angebracht ist. Dadurch wird kaum die Querschnittsfläche der Maschine 2 erhöht. Dieses Gehäuse kann gemäß der FIG 7 und 8 auch um die gesamte Oberfläche des Maschinengehäuses 4 der Maschine 2 angeordnet werden. Dadurch kann die gesamte Oberfläche des Maschinengehäuses 4 der Maschine 2 als Kühlfläche benutzt werden. Es ist sogar nach FIG 9 eine Integration des kompakten Umrichters 8 in die Maschine 2 möglich.

Da der selbstgeführte Direktumrichter von seiner Topologie her rückspeisefähig ist, erhält man mit dem Umrichtermotor nach der Erfindung nun einen kompakten Vier-Quadranten-Antrieb. Außerdem wird keine Pulswiderstandsbremseinheit mehr benötigt, mit der die rückgespeiste Energie in Wärme umgesetzt wird. Durch die Kompaktheit des Umrichters 8 fallen nun die Leitungen zwischen dem Pulswechselrichter des Umrichters 8 und den Motorwicklungen der Maschine 2 vollständig weg, so dass auch keine Reflexionsvorgänge mehr auftreten. Dadurch

09.03.00

9

sinkt der Aufwand für eine Funk-Entstörung und die Halbleiterschalter 18 bzw. 20, 22 der Leistungsschalter 14 des selbstgeführten Direktumrichters können, bezogen auf die Schaltleistung, kleiner gewählt werden. Außerdem entfallen  
5 die Ausgangsfilter, auch als  $du/dt$ -Filter bezeichnet.

DE 200 04 437 U1

## Schutzansprüche

1. Rückspeisefähiger Umrichtermotor, bestehend aus einem Motor (2) und einem Umrichter (8), die eine bauliche Einheit bilden, wobei der Umrichter (8) ein selbstgeführter Direktumrichter ist.
2. Rückspeisefähiger Umrichtermotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der selbstgeführte Direktumrichter als Überspannungs-Schutzvorrichtung (34) netz- und lastseitig jeweils dreiecksverschaltete Varistoren (30,32) aufweist.
3. Rückspeisefähiger Umrichtermotor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Motor (2) ein Normasynchronmotor ist.
4. Rückspeisefähiger Umrichtermotor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Motor (2) ein Synchronmotor ist.
5. Rückspeisefähiger Umrichtermotor nach einem der vorgenannten Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der selbstgeführte Direktumrichter in einem vergrößerten Klemmenkasten (6) des Motors (2) integriert ist.
6. Rückspeisefähiger Umrichtermotor nach einem der vorgenannten Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der selbstgeführte Direktumrichter stirnseitig am Motor (2) lösbar befestigt ist.

7. Rückspeisefähiger Umrichtermotor nach einem der vorgenannten Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass der selbstgeführte Direktumrichter in einem Gehäuse integriert ist, das wenigstens teilweise entlang am Umfang des Motors (2) angeordnet ist.

8. Rückspeisefähiger Umrichtermotor nach einem der vorgenannten Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass der selbstgeführte Direktumrichter im Motor (2) integriert ist.

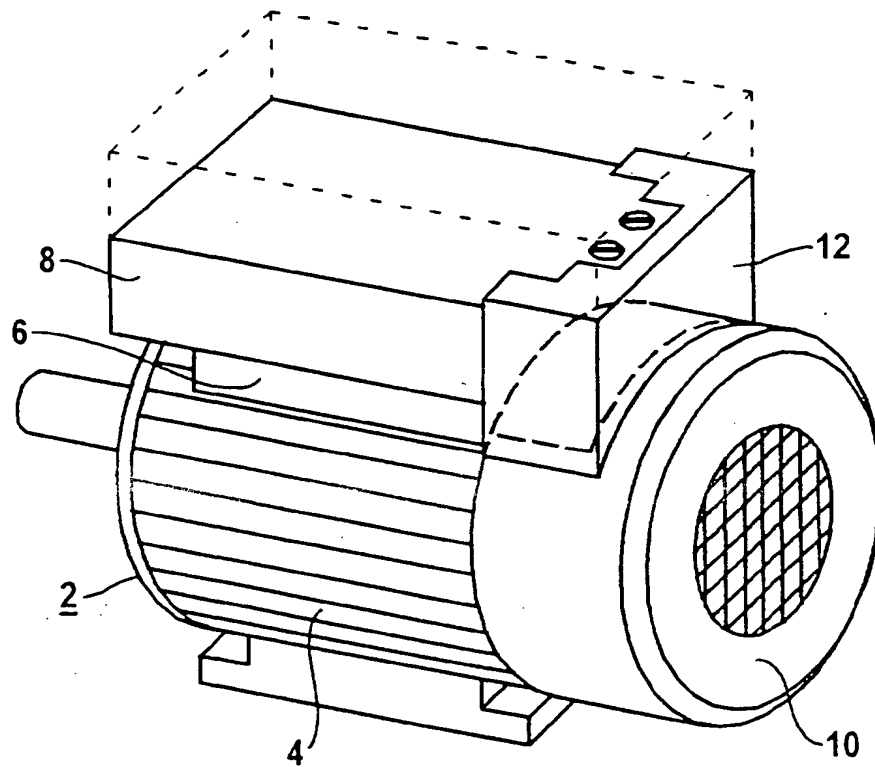


FIG 1

*Stand der Technik*

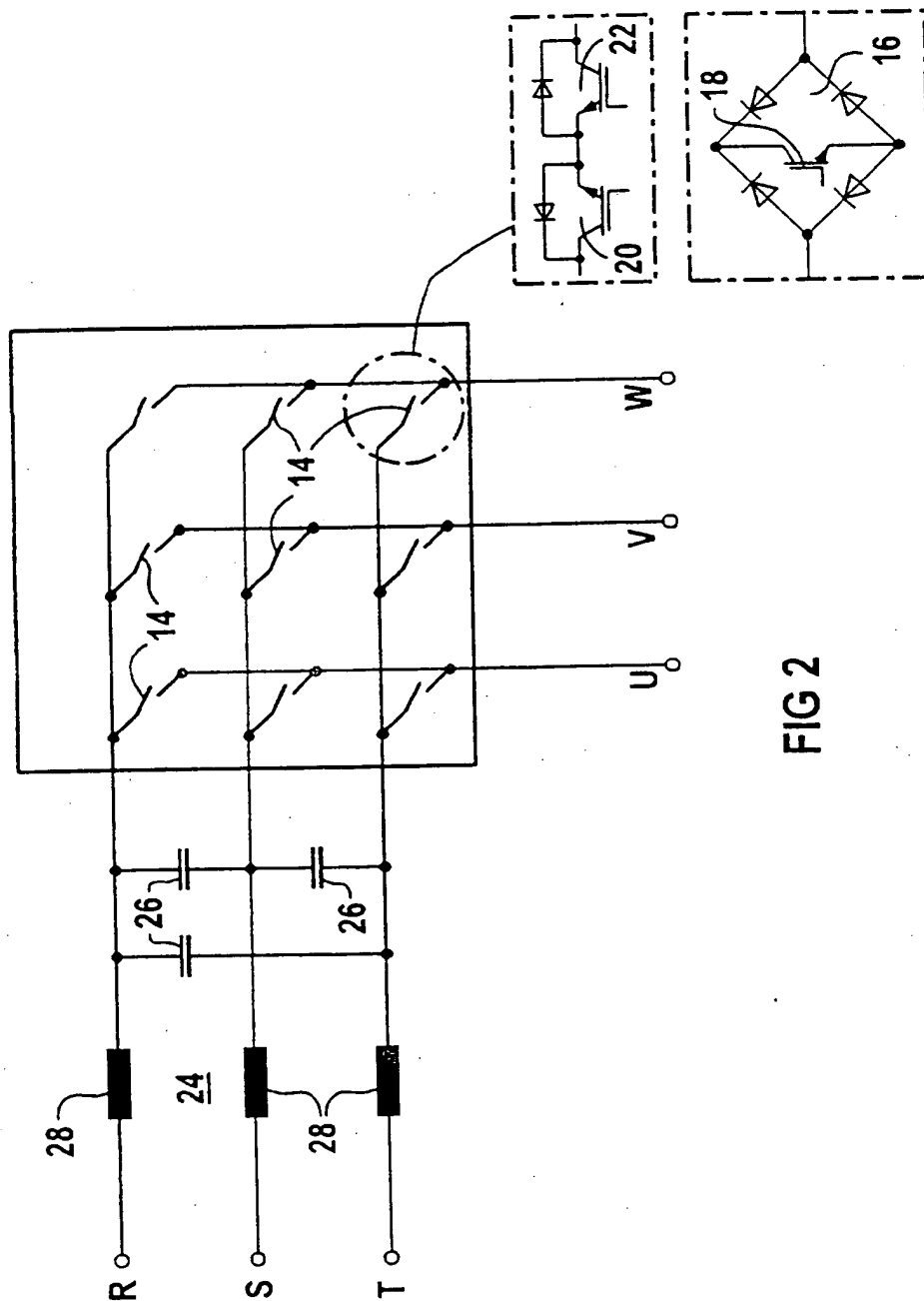


FIG 2



3/4

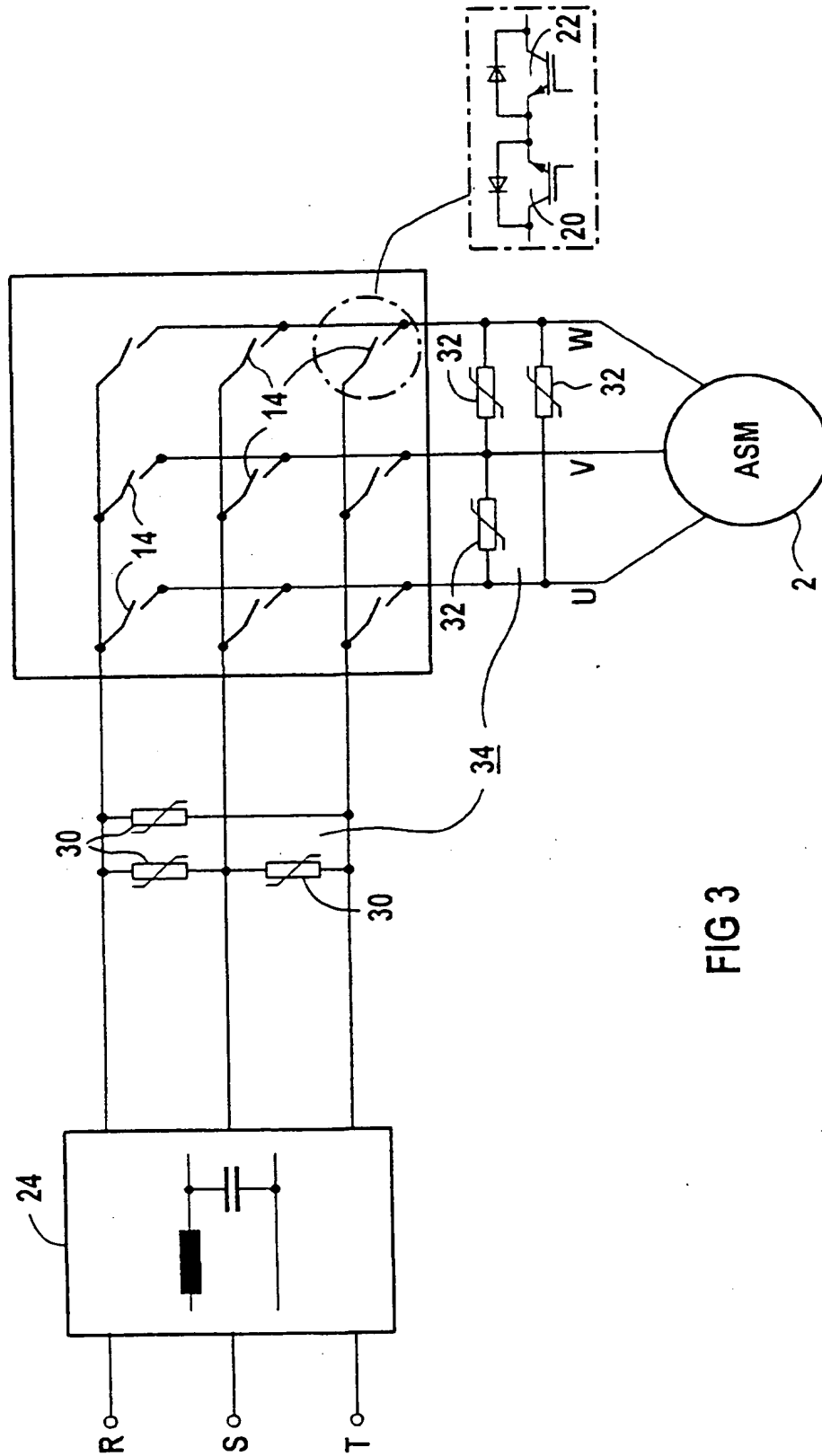


FIG 3

4/4

